

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №4, Том 11 / 2019, No 4, Vol 11 <https://esj.today/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/63ECVN419.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Белов С.А., Тахтамышев Х.М. Критерии оптимальности использования мощности автосервисных предприятий в конкурентной среде сферы услуг // Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/63ECVN419.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Belov S.A., Takhtamyshev Kh.M. (2019). Criteria of optimal enterprise's vehicle capacity utilization in competitive environment. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(11). Available at: <https://esj.today/PDF/63ECVN419.pdf> (in Russian)

УДК 334.02

ГРНТИ 73.31

Белов Сергей Александрович

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Неинномысск, Россия
Доцент

Кандидат педагогических наук
E-mail: belovmail@yandex.ru

Тахтамышев Хизир Махмудович

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Неинномысск, Россия
Заведующий кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Доктор технических наук, профессор
E-mail: hizirt43@mail.ru

**Критерии оптимальности
использования мощности автосервисных предприятий
в конкурентной среде сферы услуг**

Аннотация. Система автосервиса функционирует в условиях жесткой конкуренции. При этом спрос на услуги характеризуется значительной неравномерностью в различные периоды времени и носит выраженный сезонный характер.

В связи со сложностью условий функционирования, проектирование новых автосервисных предприятий, базирующееся на приближенных исходных данных, сопряжено с определенными рисками, и прогнозируемые технико-экономические показатели могут носить весьма приближенный характер.

При решении задачи оптимального использования имеющейся мощности предприятия, исходные величины интенсивности входящего потока заявок и интенсивности восстановления автомобилей на одном посту являются фиксированными, хотя и подвержены определенным временным колебаниям, связанным с вероятностным характером появления отказов автомобилей. В этом случае круг задач оптимизации несколько изменяется и преследуется цель наиболее эффективного использования имеющейся мощности путём управления входящим потоком заявок и адаптацией к нему производительности постов, т. е. достижением оптимальной загрузки.

Для количественной оценки загрузки мощности АСП традиционно используется математический аппарат теории массового обслуживания. Однако для поиска оптимального

уровня загрузки необходимо оперировать стоимостными параметрами, которые в совокупности позволяют перейти к поиску оптимальных решений.

В этой связи в статье предлагается комплекс аналитических выражений, формализующий функцию цели, каковой является максимум прибыли предприятия. Функции цели предлагаются для различных уровней конкуренции, измеряемых по величине коэффициента загрузки мощности. Оптимальное значение коэффициента загрузки определяется с учетом вероятности обслуживания автомобилей в зависимости от средней допустимой длины очереди автомобилей в ожидании свободного поста ремонта.

Таким образом представляется возможным достичь максимальной прибыли, тождественной оптимальному уровню загрузки мощности автосервисных предприятий.

Ключевые слова: ремонт; автосервисные предприятия; заявка; оптимум; уровень загрузки; критерий; оптимальный; автомобили; потоки; вероятность; посты; конкуренция; мощность

Одним из самых крупных сегментов в экономике России в 2018 году продолжает оставаться система автосервиса. Согласно данным Росстата в России ёмкость рынка автосервисных услуг для легковых автомобилей в России растёт из года в год и по итогам 2018 года составила 103,5 %, что на 1,8 % больше, чем в 2017 году [1]. По данным компании «Автостат» на начало 2019 года парк автомобильной техники в стране увеличился в сравнении с 2017 годом на 0,6 млн единиц и насчитывает 50,6 млн единиц, из них 42,4 млн машин (84 %) составляют легковые автомобили [2]. Таким образом, система автосервиса страны является одной из ведущих отраслей сферы услуг, которая продолжает развиваться по мере роста спроса на технический сервис парка автомобилей страны.

Большинство *автосервисных предприятий (АСП)* функционирует в условиях жесткой конкуренции [3–5]. При этом, как показывают исследования [6; 7], спрос на услуги характеризуется значительной неравномерностью в различные периоды времени и носит выраженный сезонный характер. В этой связи задачи, возникающие при формировании мощности АСП, связаны с расчётными либо прогнозируемыми исходными данными, что предопределяет приближенность конечных результатов.

Действительно, на стадии проектирования предприятий [8] необходимы прогнозы показателей функционирования как составной части бизнес-плана. Поэтому предметом оптимизации является число постов *технического обслуживания (ТО)* и *ремонта (Р)*, производственные площади, комплект необходимого технологического оборудования и соответствующий этой производственно-технической базе персонал работников.

В связи с тем, что пропускная способность АСП определяется суммарной пропускной способностью постов ТО и ремонта, основной задачей оптимизации на стадии формирования мощности становится определение оптимального их числа, обеспечивающего максимум прибыли.

При использовании мощности АСП круг задач оптимизации несколько изменяется [3; 4; 7]. В этом случае преследуется цель наиболее эффективного использования имеющейся мощности путём управления входящим потоком заявок и адаптацией к нему производительности постов, т. е. достижением оптимальной загрузки.

Перечень мероприятий, рекомендованных для согласования спроса и предложения в сфере услуг при функционировании предприятий в рыночных условиях известен [9]. Однако реализация этих мероприятий при очевидной их эффективности требует определения количественной оценки влияния каждого фактора на показатели предприятия.

Таким образом, при функционировании АСП можно выделить две задачи для повышения эффективности производства: управление потоком заявок и адаптация производительности АСП к неравномерному входящему потоку заявок.

Однако, независимо от круга решаемых задач в обоих случаях, критерий оптимальности остаётся общепринятым – максимум прибыли.

Ввиду того, что прибыль складывается из двух частей – доходной и расходной, можно предложить следующую формулу для расчета доходной части, которая формируется за счёт оплаты автоуслуг:

$$D = \lambda \cdot P_{обс} \cdot C_d, \quad (1)$$

где λ – интенсивность входящего потока заявок;

$P_{обс}$ – вероятность обслуживания автомобилей;

C_d – средняя стоимость обслуживания одного автомобиля.

Как известно, расходная часть формируется из всех постоянных и переменных расходов, которые несёт предприятие. В связи с вероятностным характером производственных процессов в автосервисе определение этих показателей требует специфического подхода. Для удобства решения поставленных задач целесообразно оперировать удельными затратами, приходящимися на один пост или одного исполнителя, поэтому в дальнейшем с учётом этого положения примем следующие обозначения:

C_n – удельные расходы АСП на амортизацию зданий, оборудования, уплату налогов на недвижимость и др., не связанные с режимом работы предприятия, руб./пост в единицу времени;

$C_э$ – удельные эксплуатационные расходы, связанные с оплатой энергоресурсов и труда исполнителей, руб./пост в единицу времени;

C_u – удельная оплата простоя одного исполнителя, руб./ед. времени.

Если рассмотреть эти статьи в сумме с учётом названных особенностей, то получим следующее выражение:

$$P = n \cdot C_n + \alpha \cdot P_{обс} \cdot C_э + (n - \alpha \cdot P_{обс}) \cdot C_u, \quad (2)$$

где $\alpha = \lambda / \nu$ – обобщенный параметр, равный отношению интенсивности потока заявок к интенсивности восстановления автомобилей на одном посту.

Произведя простые преобразования, получим:

$$P = n \cdot (C_n + C_u) + \alpha \cdot P_{обс} \cdot (C_э - C_u), \quad (3)$$

а функция цели примет вид:

$$\Pi = D - P = \lambda \cdot P_{обс} \cdot C_d - n(C_n + C_u) - \alpha \cdot P_{обс} \cdot (C_э - C_u) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Эту функцию можно записать в другом, более традиционном виде, когда определяется минимум издержек от потери автомобилей и простоя постов АСП:

$$U = \lambda \cdot P_n = C_d + (1 - \psi_o \cdot P_{обс}) \cdot n \cdot (C_n - C_u) \rightarrow \min. \quad (5)$$

В обоих случаях результат оптимизации будет одинаковым.

Несмотря на то, что приведенные функции цели справедливы для случая функционирования АСП, целесообразно для второго этапа несколько преобразовать эти функции, включив в них непосредственно искомый показатель Ψ_0 – коэффициент оптимальной загрузки. Для этого воспользуемся известными из теории массового обслуживания [10] соотношениями между реальным (сложившимся) значением коэффициента загрузки Ψ и параметрами α и n :

$$\psi_0 = \alpha \cdot P_{обс} / n = \alpha_c / n \quad (6)$$

Заменяя в выражении (5) значение n на Ψ_0 , получим соответственно выражение для определения максимальной прибыли

$$\Pi = \lambda \cdot \alpha \cdot P_{обс} \cdot C_d - \alpha \cdot P_{обс} \cdot [(C_n + C_t)(\psi \cdot P_{обс}) + C_э - C_t] \rightarrow \max \quad (7)$$

Для второй функции запишем выражение (5) с заменой обозначения суммы издержек при простоях на величину C_p .

$$B = \lambda \cdot P_n \cdot C_d + (1 - \psi \cdot P_{обс}) \cdot n \cdot C_p \rightarrow \min \quad (8)$$

где величины α и Ψ являются составными элементами расчетных выражений в математических моделях.

Если заменить их сложившимися значениями в результате ухода части автомобилей из очереди, то величина $P_{обс}$ во вторых слагаемых выражений (6) и (7) упраздняется.

Для случаев слабой и нулевой конкуренции выражения, характеризующие оптимальность решений, аналогичны приведенным, однако вместо $P_{отк} = 1 - P_{обс}$ выражениях (6) и (7) используются вероятности P ($\text{тож} > t_{доп}$), где $t_{доп}$ – допустимое время простоя автомобиля в ожидании [10], исходя из конкретных условий внешней среды предприятий и качества выполнения работ на данном предприятии. В этой связи значение $t_{доп}$ в условиях острой и умеренной конкуренции характеризуют качество выполнения работ (персонифицированность исполнителя), а при слабой и монопольной конкуренции – неблагоприятную для клиентуры внешнюю среду.

Функции цели (6) и (7), принятые в качестве критериев оптимальности функционирования АСП, характеризуют успешность достижения цели организацией, так как при этом обеспечивается максимальная прибыль.

Ввиду того, что при функционировании АСП все мероприятия по назначению группируются на две группы: управление потоком заявок и адаптация производства к вариациям входящего потока заявок. В конечном итоге поиск оптимума производится по обоим группам одновременно. Это обеспечивает нахождение глобального оптимума для предприятия и его служб в конкретных состояниях внешней и внутренней среды предприятий.

Естественно, что вычисление выигрышей от каждого шага оптимизации достигается путем расчета новых значений показателей АСП как системы массового обслуживания: вероятности обслуживания $P_{обс}$, интенсивности реального потока λ_0 , обслуженных предприятием, Ψ – коэффициента загрузки и т. п.

Одним из новых переменных параметров, отражающих условия конкурентной среды, является цена услуг C_d , которая при известной эластичности спроса может варьировать входящим потоком заявок λ для предприятий одинаковой конкурентоспособности. Обоснование показателей предприятий автосервиса как систем массового обслуживания и предложенные функции цели оптимального использования мощности АСП позволяют в рыночных условиях функционирования обеспечить им максимальную прибыль.

При этом необходимо учитывать уровень конкуренции, имеющий место на практике и различные варианты взаимодействия исполнителей на постах. Примерно уровень конкуренции можно дифференцировать на три вида: жесткую, умеренную и слабую, а также три основные формы организации труда исполнителей: при отсутствии взаимопомощи, при частичной взаимопомощи и при полной взаимопомощи рабочих на постах ремонта. Для получения количественных показателей наиболее массовых малых АСП целесообразно использовать формулы теории массового обслуживания, аппроксимирующие наиболее характерные условия работы предприятий при умеренном уровне конкуренции и наиболее типичную форму организации труда на постах – с полной взаимопомощью исполнителей.

Рассмотрим модели функционирования АСП при полной взаимопомощи между исполнителями и умеренной конкуренции, когда взаимопомощь оправдана. В такой системе массового обслуживания при наличии в системе заявок больше числа постов n и некоторого заданного количества автомобилей m в очереди, следующая очередная заявка покидает систему.

Ввиду малочисленности постов и рабочих в малых АСП в условиях, когда на постах находится всего лишь один автомобиль, в определённых ситуациях все свободные исполнители могут приниматься за техническое обслуживание или ремонт этого автомобиля. Если на АСП поступает второй автомобиль, бригада распределяется между автомобилями поровну и т. д. При полной загрузке всех постов, каждый рабочий (группа рабочих) работает на своём посту, т. е. взаимопомощь не оказывается.

Для такой дисциплины обслуживания справедлива математическая модель разомкнутых СМО с ограниченной длиной очереди m и полной взаимопомощью между исполнителями, предложенная автором работы [10], расчетные выражения которых позволяют определить основные показатели подобных АСП:

1. Вероятность того, что все посты заняты:

$$P_n = \psi^n \frac{1 - \psi^{m+1}}{1 - \psi^{n+m+1}} \quad (9)$$

2. Вероятность обслуживания заявки

$$P_{обс} = 1 - P_{n+m} = \frac{1 - \psi^{n+m}}{1 - \psi^{n+m+1}} \quad (10)$$

3. Среднее число занятых постов:

$$M_p = n \cdot \psi \cdot \frac{1 - \psi^{n+m}}{1 - \psi^{n+m+1}} \quad (11)$$

4. Среднее число заявок в очереди:

$$M_a = \psi \cdot \frac{1 - \psi^m [m(1 - \psi) + 1]}{1 - \psi^{n+m+1} (1 - \psi)} \quad (12)$$

5. Среднее число заявок, покинувших очередь:

$$\lambda_0 = \lambda \cdot (1 - P_{обс}) = \lambda P_{n+m} \quad (13)$$

6. Среднее время пребывания автомобиля в очереди:

$$t_{ож} = \frac{M_a}{\lambda} \quad (14)$$

Приведенные модели функционирования АСП отражают в основном свойства внутренней среды АСП, в которой может быть принята форма организации труда рабочих на постах ТО и ремонта автомобилей с полной взаимопомощью исполнителей. Между тем имеет место корреляционная связь между формами организации труда и уровнем конкуренции.

Так, можно предположить, что при высоком коэффициенте загрузки постов рабочим нецелесообразно оказывать друг другу помощь, так как каждый из них занят работой на своём посту. При умеренной загрузке постов в отдельные периоды времени свободные от работы исполнители могут периодически подключаться к обслуживанию автомобиля, стоящего на соседнем посту. Вместе с тем, при очень малом числе автомобилей на постах (низком коэффициенте загрузки) долговременные простои большого числа исполнителей не целесообразны, поэтому полная взаимопомощь без жесткого ограничения числа исполнителей на посту оправдана, но не дает значительного приращения производительности производства по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ввиду больших простоев постов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малков П.В. Россия в цифрах 2019: крат. стат. сборник / П.В. Малков, Э.Ф. Баранов; Фед. служба гос. статистики (Росстат). – Москва, 2019. – 549 с. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gks.ru/storage/mediabank/rus19.pdf>: дата обращения 5.07.2019).
2. Автомобильный рынок России, 2018 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/274/>: дата обращения 5.07.2019).
3. Афанасьев Сергей Витальевич. Разработка методики управления потенциалом производственной мощности предприятия автосервиса: Дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10: Москва, 2003 207 с. РГБ ОД, 61:04-5/1038-2.
4. Ахтулов А.Л., Алексеев А.А. Изучение состояния рынка по ремонту и обслуживанию автотранспортных средств и тенденции его развития. Омский научный вестник. 2006. № 8 (44). с. 215–216.
5. Лысанов, Д.М. Разработка методики оценки эффективности функционирования производственно-технической базы автосервисных предприятий: Автореф. дис. канд. техн. наук. – СПб., 2005. 23 с.
6. Пирогов С.С. Подходы к оценке эффективности результатов деятельности станций технического обслуживания автотранспорта с позиции теории массового обслуживания Ж. Научное мнение. 2013. № 3. с. 202–205.
7. Сергиенко, Е.В. Оптимизация количества постов текущего ремонта с учетом неравномерности поступления автомобилей: Автореф. дис. канд. техн. наук. Тюмень, 2004. – 20 с.
8. ОНТП 01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. М.: Гипроавтотранс РСФСР, 1992. – 92 с.
9. Скрынникова, И.А. Маркетинг в сфере услуг / И.А. Скрынникова. – Москва: СИНТЕГ, 2012. – 208 с.
10. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. М.: КомКнига, 2005. – 400 с.

Belov Sergey Alexandrovich

Nevinnomyssk state social and technical science institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: belovmail@yandex.ru

Takhtamyshev Khizir Makhmudovich

Nevinnomyssk state social and technical science institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: hizirt43@mail.ru

Criteria of optimal enterprise's vehicle capacity utilization in competitive environment

Abstract. The vehicle maintenance system operates in a highly competitive environment. Moreover, the demand for services is characterized by significant unevenness at different periods of time and is pronounced seasonal in nature.

Due to the difficult operating conditions, the design of new car service enterprises, which in its turn is based on approximate initial data, is associated with certain risks, and the projected technical and economic indicators can be very approximate.

When solving the problem of optimal use of the existing capacity of the enterprise, the initial values of the intensity of the incoming flow of applications and the recovery rate of vehicles at one post are fixed, although they are subject to certain temporary fluctuations associated with the probabilistic nature of the car failures occurrence. In this case, the range of optimization tasks changes somewhat and the objective becomes to most effectively use the available capacity by controlling the incoming application flow and adapting the performance of posts according to it, i.e. achieving optimal loading.

To quantify the TSA power load, the mathematical apparatus of queuing theory is traditionally used. However, to find for the optimal load level, it is necessary to operate with cost parameters, which together allow one to continue with the optimal solution search.

In this regard, the article proposes a set of analytical expressions that formalizes the function of the goal, which is the maximum profit of the enterprise. Target functions are offered for various levels of competition, measured by power load factor. The optimal value of the load factor is determined taking into account the likelihood of car service depending on the average permissible length of the car line waiting for an available repair post.

Thus, it seems possible to achieve maximum profit, identical to the optimal level of capacity utilization of car service enterprises.

Keywords: repair; car service enterprises; application; optimum; load level; criterion; optimal; cars; flows; probability; posts; competition; power